

中 華 民 國 專 利 公 報 (19)(12)

(11) 公告編號：306072

(44) 中華民國86年(1997)05月21日

發 明

全 8 頁

(51) Int. Cl. 5 : H01L31/00

(54) 名 稱：以非晶矽光二極體與單晶矽電晶體異質接面接合而成之光吸收器及製造方法

(21) 申 請 案 號：85107821

(22) 申請日期：中華民國85年(1996)06月28日

(72) 發 明 人：

方炎坤
劉清如
林志宏
李坤憲
陳煜輝

台南市安南區長和街三段三十八巷六號
嘉義市大林鎮將背里二五八號
宜蘭市南津路十二之十九號
台中市北屯區后庄路二十四號
台南縣永康市育樂街一五三號

(71) 申 請 人：

行政院國家科學委員會

台北市和平東路二段一〇六號十八樓

(74) 代 理 人：蔡清福 先生

1

2

[57] 申請專利範圍：

1. 一種以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其步驟包括：

1) 形成一單晶矽 (Crystal Silicon) 負型/正型/負型 (n-p-n) 結構之雙載子接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor)，俾做為該光吸收器之信號輸出元件，其中該雙載子接面電晶體射極 (Emitter) 之形成，係以高濃度之負型離子 (n+) 摻雜於一單晶矽正型/負型 (p/n) 晶片正型極而得；

2) 於電漿強化化學氣相沈積 (PECVD) 系統中，形成一非晶矽 (Amorphous Silicon) 正型/本質型/負型 (p-i-n) 結構之光二極體附著於該單晶矽負型/正型/負型 (n-p-n) 結構之雙載子接面電晶體之基極上，做為該光吸收器之光吸收元件，俾使該非晶矽光二極體所產生之光電流成為該雙載子接面電晶體之基極

電流；

3) 形成一氧化物層，俾為該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體之電極區隔之用；

5. 4) 形成一透明導電氧化物層附著於該非晶矽光二極體之表面與該雙載子接面電晶體之射極上；

10. 5) 形成一金屬層於雙載子接面電晶體之集極 (Collector) 表面，俾作為集極之接觸電極用。

2. 如申請專利範圍第1項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該 PECVD 系統係屬於一低溫製程。

15. 3. 如申請專利範圍第1項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該高濃度的負型離子 (n+) 摻雜

之程序係以擴散法為之。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該高濃度的負型離子 (n+) 摻雜之程序係以離子佈植 (Ion Implantation) 法為之。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該雙載子接面電晶體射極 (Emitter) 摻雜離子之濃度與厚度係分別為 10^{17}cm^{-3} 及 $1.5\mu\text{m}$ 。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，於步驟 (1) 更包括一步驟：在離子植佈程序後，該雙載子接面電晶體需於含氮 (N_2) 氣體的環境下，在高溫 950°C 退火 30 分鐘。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽 (Amorphous Silicon) 正型／本質型／負型 (p-i-n) 結構之光二極體其成長順序及材質，依序為正型非晶矽 (P-a-Si: H)、本質型非晶矽 (i-a-Si: H)、負型非晶矽 (N-a-Si: H)。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽正型／本質型／負型結構之光二極體，其各層結構於成長所需射頻 (RF) 功率，依序分別為 P-a-Si: H 之功率 60 Watt，i-a-Si: H 之功率 50 Watt，N-a-Si: H 之功率 60 Watt。
9. 如申請專利範圍第 7 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽正型／本質型／負型結

構之光二極體，其各層結構於成長時所需溫度為 250°C 。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽正型／本質型／負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需壓力係為 1 Torr。
11. 如申請專利範圍第 7 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽正型／本質型／負型結構之光二極體，其各層結構於成長時之沉積速率，依序分別為 P-a-Si: H 之沉積速率為 $30\text{\AA}/\text{min}$ ，i-a-Si: H 之沉積速率 $60\text{\AA}/\text{min}$ ，N-a-Si: H 之沉積速率 $60\text{\AA}/\text{min}$ 。
12. 如申請專利範圍第 7 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，於步驟 (2) 更包括一步驟：將成長在該雙載子接面電晶體射極上之非晶矽進行蝕刻 (Etching) 程序。
13. 如申請專利範圍第 12 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該蝕刻程序係以濕蝕刻 (Wet Etching) 方式為之。
14. 如申請專利範圍第 13 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該濕蝕刻程序中係以氟化氫與過氧化氫重量比例 3:10 ($\text{NH}_4\text{F}:\text{H}_2\text{O}_2=3:10$) 為蝕刻溶液。
15. 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該氧化物層係附著於該非晶矽光二極體及雙載子接面電晶體射極之表面。

16. 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該氧化物層係以射頻濺渡 (RF Sputtering) 法形成。
17. 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該氧化物的材質係為二氧化矽。
18. 如申請專利範圍第 17 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該二氧化矽成長的厚度係可為 3000Å。
19. 如申請專利範圍第 17 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，於步驟 (3) 更包括一步驟：將該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體集極之接觸電極上方之二氧化矽予以蝕刻去除。
20. 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，於步驟 (4) 更包括一步驟：於該透明導電氧化物層生成後在溫度 250°C 退火 20 分鐘。
21. 如申請專利範圍第 20 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該透明導電氧化物層係由一銦錫氧化物 (Indium-Tin-Oxide) 材料構成。
22. 如申請專利範圍第 20 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該透明導電氧化物層之成長係可於一電子槍 (Electron Gun) 系統為之。

23. 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該金屬層係為一鋁金屬層。
5. 24. 如申請專利範圍第 23 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該鋁金屬層係以熱蒸著 (Thermal Evaporation) 之方式生成。
10. 25. 如申請專利範圍第 23 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該鋁金屬層之厚度為 5000Å。
26. 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該低溫約為 250°C。
27. 一種以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，包括：
 - 一單晶矽 (Crystal Silicon) 負型／正型／負型 (n-p-n) 結構之雙載子接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor)，俾做為該光吸收器之信號輸出元件；
 25. 一非晶矽 (Amorphous Silicon) 正型／本質型／負型 (p-i-n) 結構之光二極體，其係附著於該單晶矽負型／正型／負型 (n-p-n) 結構之雙載子接面電晶體之基極上，做為該光吸收器之光吸收元件，俾使該非晶矽光二極體所產生之光電流成為該雙載子接面電晶體之基極電流；
 30. 一氧化物層，其係附著於該非晶矽光二極體及該雙載子接面電晶體之表面，俾為該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體射極之電極區隔用；
 35. 一透明導電氧化物層附著於該非晶矽光二極體之表面與該雙載子接面電晶體之射極上，俾為該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體射極之接觸電極用；以及
 40. 及

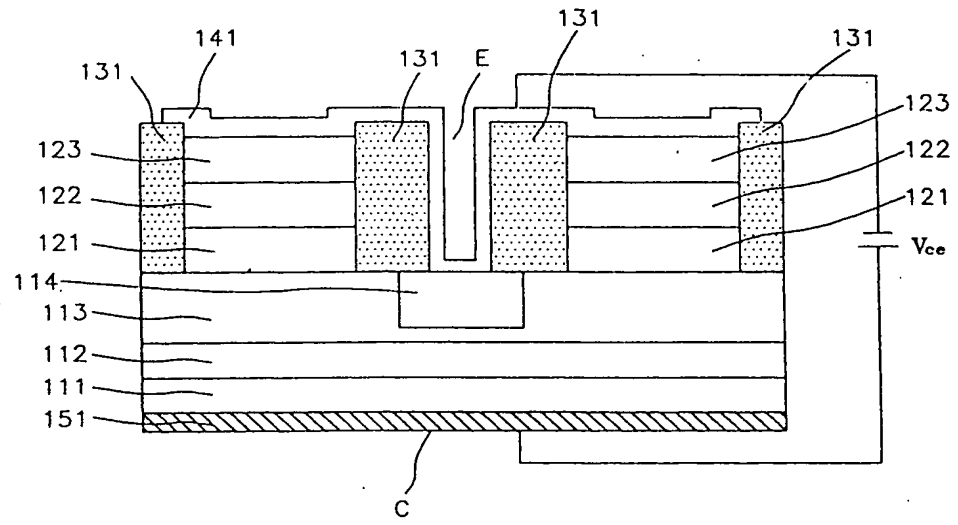
- 一金屬層於雙載子接面電晶體之集極 (Collector) 表面，俾作為該雙載子接面電晶體集極之接觸電極用。
28. 如申請專利範圍第 27 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該雙載子接面電晶體射極 (Emitter) 之形成，係以高濃度之負型離子 (n+) 摻雜於一單晶矽正型/負型 (p/n) 晶片正型極而得。
 29. 如申請專利範圍第 28 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該高濃度的負型離子 (n+) 摻雜之程序係以擴散法為之。
 30. 如申請專利範圍第 28 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該高濃度的負型離子 (n+) 摻雜之程序係以離子佈植 (Ion Implantation) 法為之。
 31. 如申請專利範圍第 28 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該雙載子接面電晶體射極 (Emitter) 摻雜離子之濃度與厚度係分別為 10^{17}cm^{-3} 及 $1.5 \mu \text{m}$ 。
 32. 如申請專利範圍第 27 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型 (p-i-n) 結構之光二極體其成長順序及材質，依序為正型非晶矽 (P-a-Si: H)、本質型非晶矽 (i-a-Si: H)、負型非晶矽 (N-a-Si: H)。
 33. 如申請專利範圍第 32 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長所需射頻 (RF) 功率，依序分別為 P-a-Si: H 之功率 60 Watt, i-a-Si: H 之功率 50 Watt,

- N-a-Si: H 之功率 60 Watt。
34. 如申請專利範圍第 32 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需溫度為 250°C 。
 35. 如申請專利範圍第 32 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需壓力係為 1 Torr。
 36. 如申請專利範圍第 32 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時之沉積速率，依序分別為 P-a-Si: H 之沉積速率為 $30 \text{\AA}/\text{min}$, i-a-Si: H 之沉積速率 $60 \text{\AA}/\text{min}$, N-a-Si: H 之沉積速率 $60 \text{\AA}/\text{min}$ 。
 37. 如申請專利範圍第 32 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時之厚度，依序分別為 P-a-Si: H 之厚度為 150\AA , i-a-Si: H 之厚度 3600\AA , N-a-Si: H 之厚度 240\AA 。
 38. 如申請專利範圍第 32 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時，係置於一電漿強化化學氣相沈積 (PECVD) 系統中，利用該電漿強化化學氣相沈積 (PECVD) 系統之低溫製程特性，可於該光吸收器之製程中保持該雙載子接面電晶體原來之最佳特性。

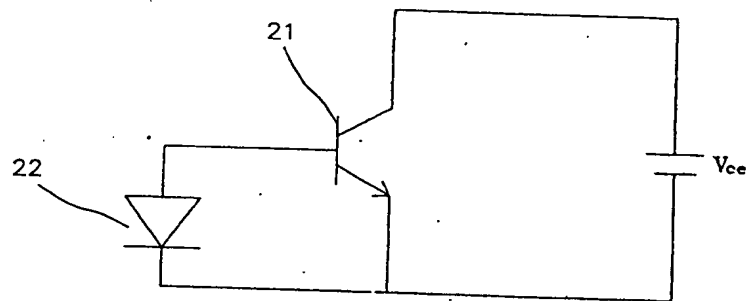
39. 如申請專利範圍第 38 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該低溫約為 250°C。
40. 如申請專利範圍第 27 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該氧化物層之材質係為二氧化矽。
41. 如申請專利範圍第 40 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該二氧化矽層之厚度係為 3000Å。
42. 如申請專利範圍第 27 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該氧化物層係以射頻濺渡 (RF Sputtering) 法形成。
43. 如申請專利範圍第 27 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該透明導電氧化物層之成長係可於一電子槍 (Electron Gun) 系統為之。
44. 如申請專利範圍第 27 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該透明導電氧化物層係由一銦錫氧化物 (Indium-Tin-Oxide) 材料構成。
45. 如申請專利範圍第 27 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該金屬層係為一鋁金屬層。
46. 如申請專利範圍第 45 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該鋁金屬層係以熱蒸著 (Thermal Evaporation) 之方式生成。
47. 如申請專利範圍第 45 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該鋁金屬層之厚度為 5000Å。

48. 如申請專利範圍第 27 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該光吸收器僅需一外加電源即可操作。
5. 49. 如申請專利範圍第 48 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該外加電源係連接於該雙載子接面電晶體之射極與集極之上。
10. 50. 如申請專利範圍第 27 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該光吸收器之光增益係可為 24.4-35.5。
51. 如申請專利範圍第 27 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該光吸收器響應速度之上升時間 (rise time) 及下降時間 (fall time) 係分別為 142 μ s 及 220 μ s。
20. 圖示簡單說明：
 - 第一圖：係本案光吸收器之一較佳實施例結構示意圖。
 - 第二圖：係本案光吸收器之等效電路示意例圖。
 25. 第三圖：係本發明非晶矽正型／本質型／負型 (p-i-n) 結構之光二極體與 (n-p-n) 結構之單晶矽雙載子接面電晶體結合而成之光吸收器與單晶矽 (n-p-n) 結構之單晶矽雙載子接面電晶體電流－電壓特性曲線圖。
 30. 第四圖：係本發明非晶矽正型／本質型／負型 (p-i-n) 結構之光二極體與 (n-p-n) 結構之單晶矽雙載子接面電晶體射極－基極接面之電流－電壓特性曲線圖。
 35. 第五圖：係本發明光吸收器之響應速度測試電路示例圖。
 - 第六圖：係本發明光吸收器之響應速度測試結果示例圖。
 - 40.

(6)

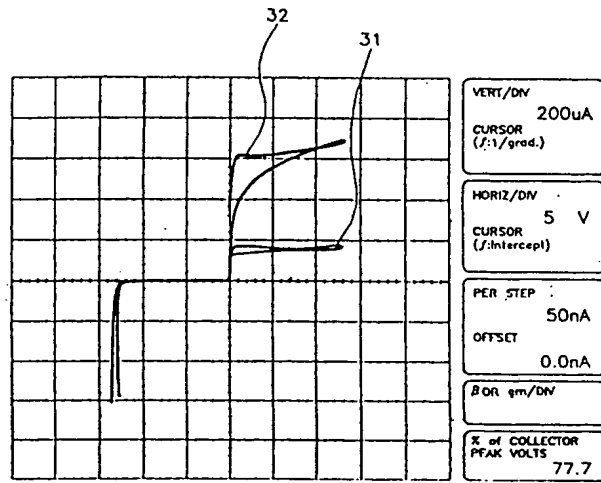


第一圖

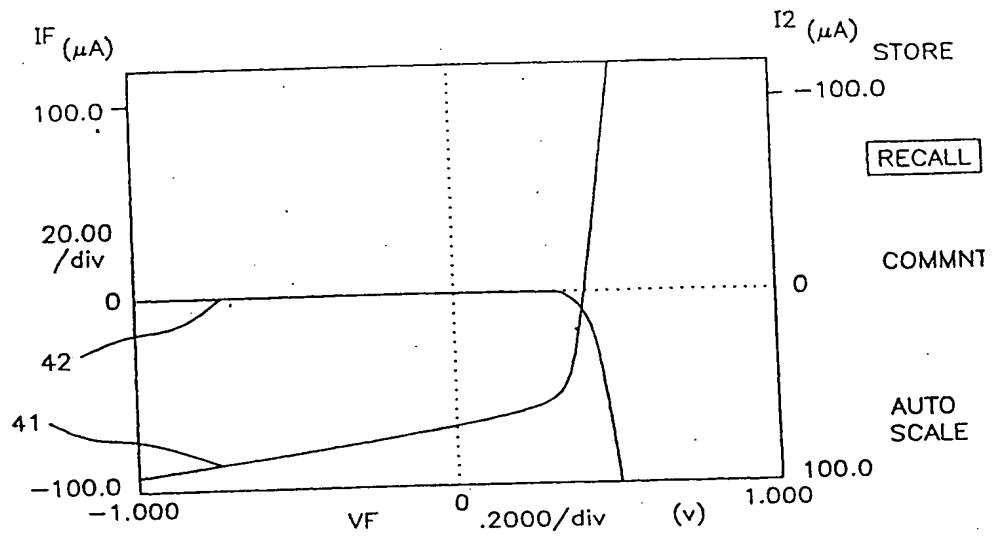


第二圖

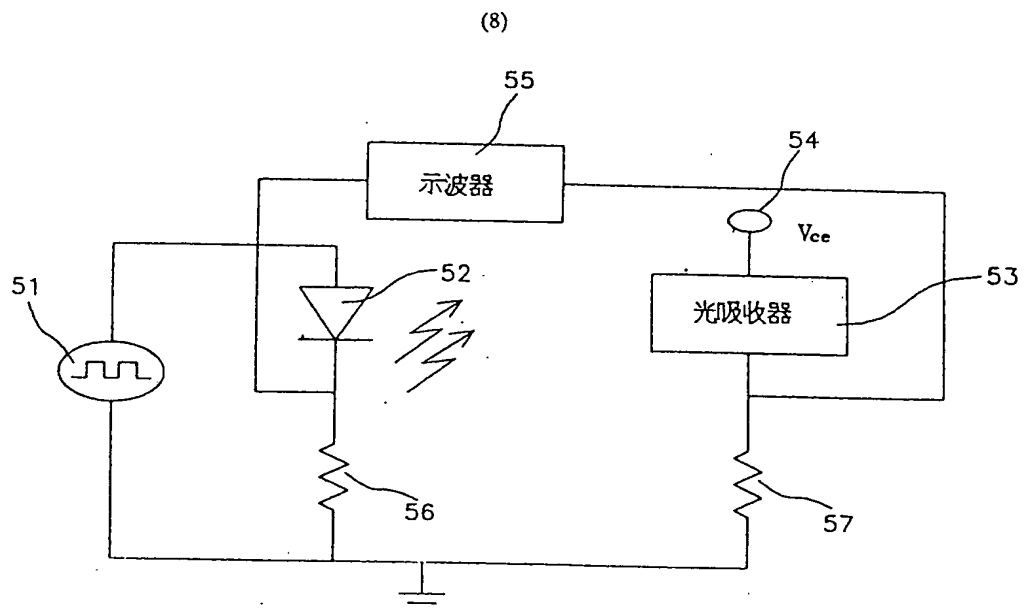
(7)



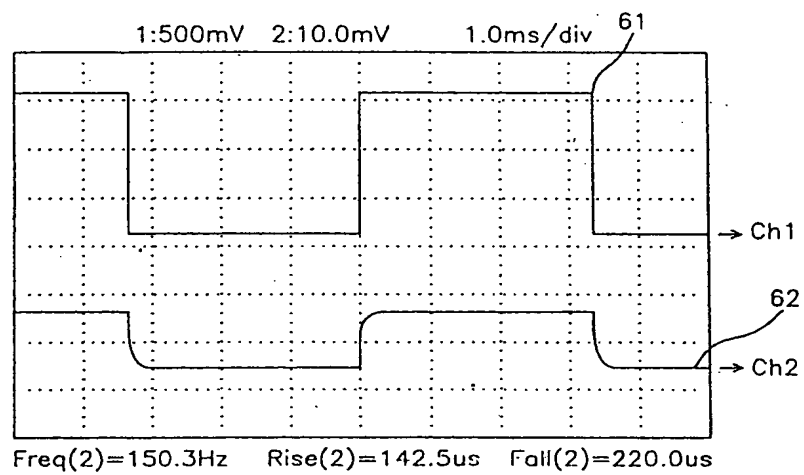
第三圖



第四圖



第五圖



第六圖

修正
補充

(以上各欄由本局填註)

306072
A4
306072
C4
86127

名稱
新型

以非晶矽光二極體與單晶矽電晶體異質接合而成之光吸收器及製造方法 (85年11月修正本)

又

1. 万炎坤
2. 劉清如
3. 李坤憲
4. 李坤憲
5. 陳焜輝

3. 林志宏

中華民國

住、居所

創作人

1. 台南市安南區長和街三段38巷65號
2. 嘉義市大林鎮溝背里258號
3. 宜蘭市南津路12-19號
4. 台中市北屯后庄路24號
5. 台南縣永康市苟樂街153號

姓名	職稱	學歷	經歷	備註
行政院國家科學委員會				

中華民國

住、居所
(事務所)
台北市和平東路二段106號18樓

代 表 人 姓 名	職 務	備 註
劉兆玄		

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS) A4規格 (210×297公釐)

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

煩請委員明示於年11月14日所提之修正本而無變更實質內容是否准予修正。

306672

A5
B5

四、中文發明摘要（發明之名稱：

以非晶矽光二極體與單晶矽電晶體異質接面接合而成之光吸收器及製造方法

本案係一種以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器及製造方法，其步驟包括：1)形成一單晶矽(Crystal Silicon)負型/正型/負型(n-p-n)結構之雙載子接面電晶體(Bipolar Junction Transister)，俾做為該光吸收器之信號輸出元件，其中該單晶矽雙載子接面電晶體射極(Emitter)之形成，係以高濃度之負型離子(n^+)摻雜於一單晶矽正型/負型(p/n)晶片正型極而得，2)於電漿強化化學氣相沈積(PECVD)系統中，形成一非晶矽(Amorphous Silicon)正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體附著於該單晶矽負型/正型/負

英文發明摘要(發明之名稱)

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS) A4規格 (210×297公釐)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

四、中文發明摘要 (發明之名稱) :

型(n-p-n)結構之雙載子接面電晶體之基極上，做為該光吸收器之光吸收元件，俾使該非晶矽光二極體所產生之光電流成為該單晶矽雙載子接面電晶體之基極電流，3)形成一氧化物質，俾為該非晶矽光二極體與該單晶矽雙載子接面電晶體之電極區隔之用，4)形成一透明導電氣化物質附著於該非晶矽光二極體之表面與該單晶矽雙載子接面電晶體之封極上，5)形成一金屬層於單晶矽雙載子接面電晶體之集極(Collector)表面，俾作為集極之接觸電極用；其中，該PECVD系統屬於一低溫製程，以PECVD系統可於該光吸收器之製程中保持該單晶矽雙載子接面電晶體原來之最佳特性。

英文發明摘要 (發明之名稱) :

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明 ()

本案係一種光吸收器及其製造方法，尤指一種以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面而成之光吸收器及其製造方法。

本案提供一種以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面而成之光吸收器之製造方法，利用此方法，其可製得一高電流增益且僅需單電源即可操作之光吸收器，如此，更可適用於大面積製作之光積體電路(Optoelectronic Integrated Circuits)製程之應用。

習知技術领域中，向來係利用Ⅲ-V族複合材料來製作光吸收器(Photoreceiver)，此種光吸收器是藉由結合一PIN正型/本質型/負型(p-i-n)結構之Ⅲ-V族複合材料光二極體和一場效電晶體而成，由於此種結構之製程過於複雜，如需經分子束磊晶成長(Molecular Beam Epitaxy)，液相磊晶成長(Liquid Phase Epitaxy)之製程，且絕大部分之Ⅲ-V族複合材料，由於材料取得不易，故成本無法降低，再者，上述材料之製造需高溫製程，所以在製造PIN元件時之高溫製程將會破壞位於該PIN元件下部之該場效電晶體元件特性(場效電晶體皆先作下方)，而使整個光電積體電路元件之特性變差，故該習知技術在實施上相當複雜且困難。此外，該結合一PIN結構光二極體和一場效電晶體而成之光吸收器，於運用操作時，除了要提供一跨於該場效電晶體源極及汲極之電壓

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明 ()

外，仍需外加一閘極偏壓(Gate Bias)形成兩個外加電源，使用上較不方便。

本案之主要目的在提供一以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其結合一光吸收元件及一信號放大元件以做為一光吸收器。

本案之另一目的在提供一以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，以非晶矽材料做為光吸收器之光吸收元件所用之材質，俾降低成本。

本案之又一目的在提供一以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽光二極體知製作係採用一低溫製程，俾免破壞其下光放大元件特性。

本案之再一目的在提供一高電流增益且單電源操作之光吸收器，俾得一較方便操作且高效能之光吸收器。

本案係關於一種以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其步驟包括：1)形成一單晶矽(Crystal Silicon)負型/正型/負型(n-p-n)結構之雙載子接面電晶體(Bipolar Junction Transister)，俾做為該光吸收器之信號輸出元件，其中該雙載子接面電晶體射極(Emitter)之形成，係以高濃度之負型離子(n⁺)摻雜於一單晶矽正型/負型(p/n)晶片正型極而得；2)於電漿強化化學氣相沈積(PECVD)系統中，形

(請參閱摘要面之注意事項項內填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 ()

成一非晶矽(Amorphous Silicon)正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體附著於該單晶矽負型/正型/負型(n-p-n)結構之雙載子接面電晶體之基極上，做為該光吸收器之光吸收元件，俾使該非晶矽光二極體所產生之光電流成為該雙載子接面電晶體之基極電流；3)形成一氧化物層，俾為該非晶矽光二極體與該單晶矽雙載子接面電晶體之電極區隔之用；4)形成一透明導電氧化物層附著於該非晶矽光二極體之表面與該雙載子接面電晶體之射極上；5)形成一金屬層於雙載子接面電晶體之集極(Collector)表面，俾作為集極之接觸電極用；其中，該PECVD系統屬於一低溫製程，以PECVD系統可於該光吸收器之製程中保持該雙載子接面電晶體原來之最佳特性。

較佳者，其中該高濃度的負型離子(n⁺)摻雜之程序係以擴散法為之。

較佳者，其中該高濃度的負型離子(n⁺)摻雜之程序係以離子佈植(Ion Implantation)法為之。

較佳者，其中該雙載子接面電晶體射極(Emitter)摻雜離子之濃度與厚度係分別為 10^{17}cm^{-3} 及 $1.5\mu\text{m}$ 。

較佳者，於步驟(1)更包括一步驟：在離子植佈程序後，該雙載子接面電晶體需於含氮(N₂)氣體的環境下，在高溫950°C退火30分鐘。

較佳者，其中該非晶矽(Amorphous Silicon)正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體其成長順序及材質，

(請參閱摘要面之注意事項項內填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 ()

依序爲正型非晶矽(P-a-Si:H)、本質型非晶矽(i-a-Si:H)、負型非晶矽(N-a-Si:H)。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長所需射頻(RF)功率，依序分別爲P-a-Si:H之功率60Watt，i-a-Si:H之功率50Watt，N-a-Si:H之功率60Watt。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需溫度爲250℃。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需壓力係爲1Torr。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時之沉積速率，依序分別爲P-a-Si:H之沉積速率爲30Å/min，i-a-Si:H之沉積速率60Å/min，N-a-Si:H之沉積速率60Å/min。

較佳者，於步驟(2)更包括一步驟：將成長在該雙載子接面電晶體射極上之非晶矽進行蝕刻(Etching)程序。

較佳者，其中該蝕刻程序係以濕蝕刻(Wet Etching)方式爲之。

較佳者，其中該濕蝕刻程序中係以氟化氫與過氧化氫重量比例3:10(NH₄F:H₂O₂=3:10)爲蝕刻溶液。

較佳者，其中該氧化物層係附著於該非晶矽光二極體及雙載子接面電晶體射極之表面。

較佳者，其中該氧化物層係以射頻瀟渡(RF Sputtering)法形成。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明 ()

較佳者，其中該氧化物的材質係爲二氧化矽。

較佳者，其中該二氧化矽成長的厚度係可爲3000Å。

較佳者，於步驟(3)更包括一步驟：將該非晶矽光二極體與該單晶矽雙載子接面電晶體集極之接觸電極上方之二氧化矽予以蝕刻去除。

較佳者，於步驟(4)更包括一步驟：於該透明導電氧化物層生成後在溫度250℃退火20分鐘。

較佳者，其中該透明導電氧化物層係由一錫錫氧化物(Indium-Tin-Oxide)材料構成。

較佳者，其中該透明導電氧化物層之成長係可於一電子槍(Electron Gun)系統爲之。

較佳者，其中該金屬層係爲一鋁金屬層。

較佳者，其中該鋁金屬層係以熱蒸著(Thermal Evaporation)之方式生成。

較佳者，其中該鋁金屬層之厚度爲5000Å

較佳者，其中該低溫約爲250℃。

本案亦關於一種以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子電晶體異質接面接合而成之光吸收器，包括：一單晶矽(Crystal Silicon)負型/正型/負型(n-p-n)結構之雙載子接面電晶體(Bipolar Junction Transister)，俾做爲該光吸收器之信號輸出元件；一非晶矽(Amorphous Silicon)正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體，其係附著於該單晶矽負型/正型/負型(n-p-n)結構之雙載子接面電晶體之基極上，做爲該光吸收器之光吸收元件，俾使該

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明 ()

非晶矽光二極體所產生之光電流成為該雙載子接面電晶體之基極電流；一氧化物層，其係附著於該非晶矽光二極體及該雙載子接面電晶體之表面，俾為該非晶矽光二極體與該單晶矽雙載子接面電晶體射極之電極區隔用；一透明導電氧化物層附著於該非晶矽光二極體之表面與該雙載子接面電晶體之射極上，俾為該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體射極之接觸電極用；以及一金屬層於雙載子接面電晶體之集極 (Collector) 表面，俾作為該雙載子接面電晶體集極之接觸電極用。

較佳者，其中該雙載子接面電晶體射極 (Emitter) 之形成，係以高濃度之負型離子 (n^+) 摻雜於一單晶矽正型/負型 (p/n) 晶片正型極而得。

較佳者，其中該高濃度的負型離子 (n^+) 摻雜之程序係以擴散法為之。

較佳者，其中該高濃度的負型離子 (n^+) 摻雜之程序係以離子佈植 (Ion Implantation) 法為之。

較佳者，其中該雙載子接面電晶體射極 (Emitter) 摻雜離子之濃度與厚度係分別為 10^{17}cm^{-3} 及 $1.5 \mu\text{m}$ 。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型 (p-i-n) 結構之光二極體其成長順序及材質，依序為正型非晶矽 (P-a-Si:H)、本質型非晶矽 (i-a-Si:H)、負型非晶矽 (N-a-Si:H)。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長所需射頻 (RF) 功率，依序分別為 P-

(請參閱本發明之注意事項及圖式說明)

五、發明說明 ()

a-Si:H 之功率 60 Watt, i-a-Si:H 之功率 50 Watt, N-a-Si:H 之功率 60 Watt。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需溫度為 250°C 。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需壓力係為 1 Torr。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時之沉積速率，依序分別為 P-a-Si:H 之沉積速率為 30Å/min , i-a-Si:H 之沉積速率 60Å/min , N-a-Si:H 之沉積速率 60Å/min 。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時之厚度，依序分別為 P-a-Si:H 之厚度為 150Å , i-a-Si:H 之厚度 3600Å , N-a-Si:H 之厚度 240Å 。

較佳者，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時，係置於一電漿強化化學氣相沉積 (PECVD) 系統中，利用該電漿強化化學氣相沉積 (PECVD) 系統之低溫製程特性，可於該光吸收器之製程中保持該雙載子接面電晶體原來之最佳特性。

較佳者，其中該低溫約為 250°C 。

較佳者，其中該氧化物層之材質係為二氧化矽。

較佳者，其中該二氧化矽層之厚度係為 3000Å 。

較佳者，其中該氧化物層係以射頻濺渡 (RF Sputtering) 法形成。

(請參閱本發明之注意事項及圖式說明)

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 ()

較佳者，其中該透明導電氧化物層之成長係可於一電子槍(Electron Gun)系統為之。

較佳者，其中該透明導電氧化物層係由一銦錫氧化物(Indium-Tin-Oxide)材料構成。

較佳者，其中該金屬層係為一鋁金屬層。

較佳者，其中該鋁金屬層係以熱蒸著(Thermal Evaporation)之方式生成。

較佳者，其中該鋁金屬層之厚度為5000Å。

較佳者，其中該光吸收器僅需一外加電源即可操作。

較佳者，其中該外加電源係連接於該雙載子接面電晶體之射極與集極之上。

較佳者，其中該光吸收器之光增益係可為24.4-

35.5。

較佳者，其中該光吸收器響應速度之上昇時間(rise time)及下降時間(fall time)係分別為142μs及220μs。

本案得藉下列圖式及詳細說明，俾得一深入了解。

第一圖：係本案光吸收器之一較佳實施例結構示意圖。

第二圖：係本案光吸收器之等效電路示意圖。

第三圖：係本發明非晶矽正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體與(n-p-n)結構之單晶矽雙載子接面電晶體結合而成之光吸收器與單晶矽(n-p-n)結構之單晶矽雙載子接面電晶體電流-電壓特性曲線圖。

(請先閱讀背面之送審事項再填寫本頁)

五、發明說明 ()

第四圖：係本發明非晶矽正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體(n-p-n)結構之單晶矽雙載子接面電晶體射極-基極接面之電流-電壓特性曲線圖。

第五圖：係本發明光吸收器之響應速度測試電路示例圖。

第六圖：係本發明光吸收器之響應速度測試結果示例圖。

請參閱第一圖，此係本發明光吸收器之一較佳實施例結構示意圖，圖中所示，係為一單晶矽(Crystal Silicon)負型/正型/負型(n-p-n)結構之單晶矽雙載子接面電晶體(Bipolar Junction Transistor)，其上成長一非晶矽(Amorphous Silicon)正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體，俾形成一光吸收器結構。

本實施例之製造方法如下：

1)預先形成一單晶矽正型/負型(p/n)結構之晶片做為基板，該基板之正型層113符號表為P-c-Si，該基板之負型層則可表為N⁺-c-Si層111、N-c-Si層112。

2)將該單晶矽正型/負型(p/n)晶片，利用高濃度負型離子(n⁺)以擴散或離子佈植(Ion Implantation)之方法移植於該單晶矽晶片之正型層113，形成一負型/正型/負型(n/p/n)雙載子接面電晶體(Bipolar Junction Transistor)，俾做為一光吸收器之信號輸出元件，其中該雙載子接面電晶體射極(Emitter)之形成，即為該高濃度負型離子(n⁺)摻雜於該單晶矽晶片而得之負型層114。

(請先閱讀背面之送審事項再填寫本頁)

五、發明說明 ()

而該雙載子接面電晶體射極摻雜子之濃度與厚度係分別為 10^{17}cm^{-3} 及 $1.5 \mu\text{m}$ 。

3) 在離子佈植程序後，將該雙載子接面電晶體置於含氮(N_2)氣體的環境下，在高溫 950°C 退火 30 分鐘。

4) 將該單晶矽雙載子接面電晶體置於電漿強化化學氣相沈積(Plasma-Enhanced CVD)系統中，依序成長正型非晶矽氫(P-a-Si:H)121、本質型非晶矽氫(i-a-Si:H)122 及負型非晶矽氫(N-a-Si:H)123，形成一非晶矽(Amorphous Silicon)正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體結構，附著於該單晶矽負型/正型/負型(n/p/n)結構之雙載子接面電晶體之基極上，俾做為該光吸收器之光吸收元件，其中該非晶矽(Amorphous Silicon)正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體於成長時其基板溫度、成長壓力、射頻功率及沉積速率分別為(1)正型非晶矽氫(P-a-Si:H)121之溫度為 250°C 、壓力 1 Torr、功率為 60 Watt、沉積速率 $30 \text{\AA}/\text{min}$ ，(2)本質型非晶矽氫(i-a-Si:H)122之溫度為 250°C 、壓力 1 Torr、功率為 50 Watt、沉積速率 $60 \text{\AA}/\text{min}$ ，(3)負型非晶矽氫(N-a-Si:H)123溫度為 250°C 、壓力 1 Torr、功率為 60 Watt、沉積速率 $60 \text{\AA}/\text{min}$ 。

其中，PECVD系統係屬於一低溫製程，利用PECVD系統可於該光吸收器之製程中保持該雙載子接面電晶體之最佳特性。

(請參閱本頁之注意事項及本頁)

裝

打

五、發明說明 ()

5) 將成長在該雙載子接面電晶體射極上之非晶矽正型/本質型/負型(p-i-n)結構光二極體，以氟化氫與過氧化氫重量比例 3:10($\text{NH}_4\text{F}:\text{H}_2\text{O}_2=3:10$)之蝕刻溶液以濕蝕(Wet Etching)之方式進行蝕刻(Etching)程序。

6) 將蝕刻過後的元件置入射頻濺鍍(RF Sputtering)系統中，形成一二氧化矽(SiO_2)層131，使該二氧化矽層131係附著於該非晶矽光二極體及該雙載子接面電晶體射極之表面，厚度為 3000\AA ，俾為該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體之電極區隔之用。

7) 將該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體集極之接觸電極上方之二氧化矽予以蝕刻去除。

8) 將形成二氧化矽層之元件置於電子槍(Electron Gun)系統中，形成一由氧化錫銻(Indium-Tin-Oxide)材料構成之透明導電氧化物層141附著於該非晶矽光二極體之表面與該雙載子接面電晶體之射極表面上。

9) 於該透明導電氧化物層141生成後在溫度 250°C 退火 20 分鐘。

10) 再將元件置入蒸著機中，以熱蒸著(Thermal Evaporation)之方式生成一鋁金屬151層於該雙載子接面電晶體之集極(Collector)表面，俾作為集極之接觸電極用，而該鋁金屬層151之厚度為 5000\AA 。

請參閱第二圖(並請再參閱第一圖)，此係本發明光吸收器之等效電路示例圖，由於該非晶矽光二極體22係附著於該單晶矽之雙載子接面電晶體21之基極上，故該非晶矽

(請參閱本頁之注意事項及本頁)

裝

打

五、發明說明 ()

光二極體22所產生的光電流可直接成為該雙載子接面電晶體21之基極電流，若欲使該光吸收器動作，僅須在該雙載子接面電晶體之射極-集極(E-C)間外加一個電壓 V_{ec} 即可。

此種架構的優點，在於其利用高光吸收係數的非晶矽材料作為光二極體22，該發光二極體吸收係數的非晶矽材料作為光二極體22，該發光二極體吸收入射光產生光電流，再利用單晶矽雙載子接面電晶體21之電流放大作用，將光電流予以放大，如此，加強了電流信號；、提高了電流增益，使該光吸收器可在微弱的光源照設下，仍可獲大電流輸出。此外，因基板是單晶矽所構成，故可以與其它單晶矽所構成的元件，利用VLSI技術作為特殊應用積體電路(ASIC)之用，且因非晶矽之成本較低且可以大面積製作，故其亦可作為應用在大面積製作的光電積體電路上之組件。

請參閱第三圖，係本發明非晶矽正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體與(n-p-n)結構之單晶矽雙載子接面電晶體結合而成之光吸收器與單晶矽(n-p-n)結構之電晶體電流-電壓特性曲線圖，圖式中各英文縮寫之意義如下：
"VER/DIV"表垂直座標每格之電流值；"CURSOR(f l/grad)"表游標所在座標之電流值；"HORIZ/DIV"表水平座標每格之電壓值；"CURSOR(f: intercept)"為游標所在座標之電壓值；"PER STEP"為每一位階所加之電流值；"OFFSET"表直流偏移；" β OR g_m /DIV"表增

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明 ()

益值；"% of COLLECTOR PEAK VOLT"表輸出電壓之百分比，本圖水平座標每格之電壓值為5伏特，垂直座標每格之電流值為200微安培，而圖中兩特性曲線分別為非晶矽正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體與(n-p-n)結構之單晶矽雙載子接面電晶體結合而成之光吸收器電流-電壓特性曲線圖32與單晶矽(n-p-n)結構之電晶體電流-電壓特性曲線圖31，由兩特性曲線所示可得知，將一不含非晶矽PIN結構光二極體之光吸收器以及一含有非晶矽PIN結構光二極體之光吸收器置於AM(100mW/cm²)鎢絲光源照射下，測試其集極電流，其中該不含非晶矽PIN結構光二極體之光吸收器，基本上是以一個雙載子接面電晶體之形態工作，其可提供之光電流200 μ A；而該含有非晶矽PIN結構光二極體之光吸收器因具有高光吸收係數(量子效率為0.12 carriers/photon)，故於相同功率之光源照射下，其獲得了640 μ A之光電流，足見該非晶矽PIN結構光二極體之光吸收器工作時能產生較大之電流增益。

請參閱第四圖，此係本發明非晶矽正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體與(n-p-n)結構之單晶矽雙載子接面電晶體射極-基極接面之電流-電壓特性曲線圖，其中曲線41係為非晶矽PIN結構發光二極體之I/V曲線，而曲線42則為單晶矽NPN結構雙載子接面電晶體射極-基極(Emitter-Base)接面之I/V曲線。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明 ()

而就光增益(optical gain)方面而言，光增益之定義為：該非晶矽PIN/單晶矽NPN結構之光吸收器上所生光電流與該非晶矽PIN結構之光二極體上所生光電流的比值，由第四圖中曲線41及曲線42之交點可知，該非晶矽PIN/單晶矽NPN結構之光吸收器之基極電流為 $18\mu A$ ，而該單晶矽NPN結構雙載子接面電晶體之射極-基極接面則可視為一動態負載(Dynamic Load)之用，而將測量所得之非晶矽PIN/單晶矽NPN結構之光吸收器上所生光電流，除以測量所得非晶矽PIN/單晶矽NPN結構之光吸收器之基極電流，如此便得到本案之非晶矽PIN/單晶矽NPN結構之光吸收器之光增益值，該光增益值約為24.4-35.5之間，具備該光增益值之光吸收器非常適用於光偵測器上之應用。

請參閱第五圖，此係本案光吸收器之響應速度測試電路示例圖，該測試電路係包括一信號產生器51，一發光二極體52，一光吸收器53，一外加電源54，一示波器55，一第一電阻56，一第二電阻57，當該信號產生器51產生一方波形式之電壓信號，該電壓信號之頻率為150Hz，可使該發光二極體52發射出波長為632.8nm的光，而當該光吸收器53在該單一外加電源54之操作下，可吸收該發光二極體52所產生之光信號，產生一電信號，該示波器則可分別讀取該電信號以及該信號產生器51所產生之電壓信號，進行比較。

請參閱第六圖，此係本案光吸收器之響應速度測試結果示例圖，請再參閱第五圖，所謂響應速度係可分為上升

(請參閱摘要面之注意事項項頁)

五、發明說明 ()

時間(rise time)和下降時間(fall time)來看，當開啓光源照射一元件後，該元件吸收光產生光電流所需之時間為上升時間，而將光源關掉，光電流回歸到零所需之時間則為下降時間，故響應速度愈快，即上升時間和下降時間愈少，在應用上就愈適用於高速元件，其中第六圖之波形61與波形62，即該分別為由第五圖中之該示波器55所量測而得之該信號產生器51所產生之電壓信號以及該光吸收器53吸收光所產生的電信號，因該信號產生器51所產生的方波61使該發光二極體52所發的光為一亮一滅的情形，致使該光吸收器53所產生的電號也是一上一下的波形(波形62所示)，且由第六圖中可看出當該信號產生器51所產生之頻率150.3Hz時，該光吸收器53響應速度之上升時間為142.5 μs 、下降時間為220 μs 。

綜上所述，列舉本案之功效如下：

- 1.以PECVD系統成長非晶矽pin光二極體做為光吸收元件，由於PECVD系統為一低溫(約250°C)之製程，故不會於製造光吸收器之過程中破壞了其下光放大器之特性。
- 2.以非晶矽做pin光二極體之材料，由於非晶矽之價格低廉，故可降低成本，又，由於非晶矽材質可以大面積成長，故可以有大大面積製造之優點。
- 3.利用在可見光波長範圍內具有高光吸收係數的非晶矽材料，可大幅度地增加光吸收作用，提高光電流，進而增大光增益值。

(請參閱摘要面之注意事項項頁)

五、發明說明 ()

4. 利用單晶矽NPN雙載子接面電晶體之元件特性，將光電流放大 hfe 倍，進而提升電流增益值，使此光吸收器即使在微弱光源之照射下，仍可獲得大電流輸出。
 5. 利用單晶矽作為基板來製作一元件之製程，可與VLSI (Very Large Scale Integration) 製程匹配，可用於發展ASIC (特殊用途積體電路)。
 6. 利用將一非晶矽PIN光二極體成長在一單晶矽NPN雙載子接面電晶體上，形成一個PIN/NPN光吸收器，使PIN發光二極體所產生之光電流，直接流入PNP雙載子接面電晶體之基極，形成基極電流，其中該NPN雙載子接面電晶體之射極與該PIN光二極體之N型層連接在一起，如此該PIN/NPN光吸收器僅需外加一個電源橫跨在集極射極-集極接面上，即可操作該光吸收器，不需像一般以場效電晶體製成之光吸收器，需要再加一閘極偏壓 (Gate Bias) 形成兩個外加電源，使用上較不方便。
- 本案得由熟悉本技藝之人士任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請專利範圍所欲保護者。

306072

六、申請專利範圍

修正
86.1.12
86.1.12
86.1.12

1. 一種以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其步驟包括：
 - 1) 形成一單晶矽 (Crystal Silicon) 負型/正型/負型 (n-p-n) 結構之雙載子接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor)，俾做為該光吸收器之信號輸出元件，其中該雙載子接面電晶體射極 (Emitter) 之形成，係以高濃度之負型離子 (n+) 摻雜於一單晶矽正型/負型 (p/n) 晶片正型極而得；
 - 2) 於電漿強化化學氣相沈積 (PECVD) 系統中，形成一非晶矽 (Amorphous Silicon) 正型/本質型/負型 (p-i-n) 結構之光二極體附著於該單晶矽負型/正型/負型 (n-p-n) 結構之雙載子接面電晶體之基極上，做為該光吸收器之光吸收元件，俾使該非晶矽光二極體所產生之光電流成為該雙載子接面電晶體之基極電流；
 - 3) 形成一氧化物質層，俾為該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體之電極區隔之用；
 - 4) 形成一透明導電氧化物層附著於該非晶矽光二極體之表面與該雙載子接面電晶體之射極上；
 - 5) 形成一金屬層於雙載子接面電晶體之集極 (Collector) 表面，俾作為集極之接觸電極用。
2. 如申請專利範圍第1項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該PECVD系統係屬於一低溫製程。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂

20

六、申請專利範圍

3. 如申請專利範圍第1項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該高濃度的負型離子 (n^+) 摻雜之程序係以擴散法為之。
4. 如申請專利範圍第3項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該高濃度的負型離子 (n^+) 摻雜之程序係以離子佈植 (Ion Implantation) 法為之。
5. 如申請專利範圍第4項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該雙載子接面電晶體射極 (Emitter) 摻雜離子之濃度與厚度係分別為 10^{17}cm^{-3} 及 $1.5 \mu\text{m}$ 。
6. 如申請專利範圍第5項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，於步驟(1)更包括一步驟：在離子植佈程序後，該雙載子接面電晶體需於含氮 (N_2) 氣體的環境下，在高溫 950°C 退火30分鐘。
7. 如申請專利範圍第1項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽 (Amorphous Silicon) 正型/本質型/負型 (p-i-n) 結構之光二極體其成長順序及材質，依序為正型非晶矽 (P-a-Si: H)、本質型非晶矽 (i-a-Si: H)、負型非晶矽 (N-a-Si: H)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 打 線

六、申請專利範圍

8. 如申請專利範圍第7項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長所需射頻 (RF) 功率，依序分別為 P-a-Si: H 之功率 60Watt ，i-a-Si: H 之功率 50Watt ，N-a-Si: H 之功率 60Watt 。
9. 如申請專利範圍第7項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需溫度為 250°C 。
10. 如申請專利範圍第7項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需壓力係為 1Torr 。
11. 如申請專利範圍第7項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時之沉積速率，依序分別為 P-a-Si: H 之沉積速率為 30\AA/min ，i-a-Si: H 之沉積速率 60\AA/min ，N-a-Si: H 之沉積速率 60\AA/min 。
12. 如申請專利範圍第7項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，於步驟(2)更包括一步驟：將成長在該雙載子接面電晶體射極上之非晶矽進行蝕刻 (Etching) 程序。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 打 線

六、申請專利範圍

1 3 . 如申請專利範圍第 1 2 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該蝕刻程序係以濕蝕刻(Wet Etching)方式為之。

1 4 . 如申請專利範圍第 1 3 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該濕蝕刻程序中係以氟化氫與過氧化氫重量比例 3 : 10 (NH₄F : H₂O₂ = 3 : 10) 為蝕刻溶液。

1 5 . 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該氧化物層係附著於該非晶矽光二極體及雙載子接面電晶體射極之表面。

1 6 . 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該氧化物層係以射頻濺鍍 (RF Sputtering) 法形成。

1 7 . 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該氧化物的材質係為二氧化矽。

1 8 . 如申請專利範圍第 1 7 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該二氧化矽成長的厚度係可為 3000 Å。

1 9 . 如申請專利範圍第 1 7 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器

(請參閱請審函之送達事項存摺第 5 頁)

六、申請專利範圍

之製造方法，於步驟(3)更包括一步驟：將該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體集極之接觸電極上方之二氧化矽予以蝕刻去除。

2 0 . 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，於步驟(4)更包括一步驟：於該透明導電氧化物層生成後在溫度 250℃ 退火 20 分鐘。

2 1 . 如申請專利範圍第 2 0 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該透明導電氧化物層係由一銦錫氧化物 (Indium-Tin-Oxide) 材料構成。

2 2 . 如申請專利範圍第 2 0 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該透明導電氧化物層之成長係可於一電子槍(Electron Gun)系統為之。

2 3 . 如申請專利範圍第 1 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該金屬層係為一鋁金屬層。

2 4 . 如申請專利範圍第 2 3 項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該鋁金屬層係以熱蒸著 (Thermal Evaporation) 之方式生成。

(請參閱請審函之送達事項存摺第 5 頁)

六、申請專利範圍

861 57 第1項

25. 如申請專利範圍第23項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該鋁金屬層之厚度為5000Å。

26. 如申請專利範圍第1項所述之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器之製造方法，其中該低溫約為250°C。

27. 一種以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，包括：

— 單晶矽(Crystal Silicon)負型/正型/負型(n-p-n)結構之雙載子接面電晶體(Bipolar Junction Transister)，俾做為該光吸收器之信號輸出元件；

— 非晶矽(Amorphous Silicon)正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體，其係附著於該單晶矽負型/正型/負型(n-p-n)結構之雙載子接面電晶體之基極上，做為該光吸收器之光吸收元件，俾使該非晶矽光二極體所產生之光電流成為該雙載子接面電晶體之基極電流；

— 氧化物層，其係附著於該非晶矽光二極體及該雙載子接面電晶體之表面，俾為該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體射極之電極區隔用；

— 透明導電氧化物層附著於該非晶矽光二極體之表面與該雙載子接面電晶體之射極上，俾為該非晶矽光二極體與該雙載子接面電晶體射極之接觸電極用；以及
— 金屬層於雙載子接面電晶體之集極(Collector)表面，俾作為該雙載子接面電晶體集極之接觸電極用。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

28. 如申請專利範圍第27項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該雙載子接面電晶體射極(Emitter)之形成，係以高濃度之負型離子(n⁺)摻雜於一單晶矽正型/負型(p/n)晶片正型極而得。

29. 如申請專利範圍第28項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該高濃度的負型離子(n⁺)摻雜之程序係以擴散法為之。

30. 如申請專利範圍第28項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該高濃度的負型離子(n⁺)摻雜之程序係以離子佈植(Ion Implantation)法為之。

31. 如申請專利範圍第28項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該雙載子接面電晶體射極(Emitter)摻雜離子之濃度與厚度係分別為10¹⁷cm⁻³及1.5μm。

32. 如申請專利範圍第27項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型(p-i-n)結構之光二極體其成長順序及材質，依序為正型非晶矽(P-a-Si:H)、本質型非晶矽(i-a-Si:H)、負型非晶矽(N-a-Si:H)。

33. 如申請專利範圍第32項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長所需射頻(RF)功率，依序分別為P-a-Si:H之功率60Watt，i-a-Si:H之功率50Watt，N-a-Si:H之功率60Watt。

34. 如申請專利範圍第32項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需溫度為250℃。

35. 如申請專利範圍第32項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時所需壓力係為1Torr。

36. 如申請專利範圍第32項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時之沉積速率，依序分別為P-a-Si:H之沉積速率為30Å/min，i-a-Si:H之沉積速率60Å/min，N-a-Si:H之沉積速率60Å/min。

37. 如申請專利範圍第32項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時之厚度，依序分別為P-a-Si:H之厚度為150Å，i-a-Si:H之厚度3600Å，N-a-Si:H之厚度240Å。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

306672

六、申請專利範圍

38. 如申請專利範圍第32項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該非晶矽正型/本質型/負型結構之光二極體，其各層結構於成長時，係置於一電漿強化化學氣相沈澱(PECVD)系統中，利用該電漿強化化學氣相沈澱(PECVD)系統之低溫製程特性，可於該光吸收器之製程中保持該雙載子接面電晶體原來之最佳特性。

39. 如申請專利範圍第38項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該低溫約為250℃。

40. 如申請專利範圍第27項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該氧化物層之材質係為二氧化矽。

41. 如申請專利範圍第40項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該二氧化矽層之厚度係為3000Å。

42. 如申請專利範圍第27項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該氧化物層係以射頻濺鍍(RF Sputtering)法形成。

43. 如申請專利範圍第27項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該透明導電氧化物層之成長係可於一電子槍(Electron Gun)系統為之。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

六、申請專利範圍

- 4 4 . 如申請專利範圍第 2 7 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該透明導電氧化物層係由一銦錫氧化物(Indium-Tin-Oxide)材料構成。
- 4 5 . 如申請專利範圍第 2 7 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該金屬層係為一鋁金屬層。
- 4 6 . 如申請專利範圍第 4 5 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該鋁金屬層係以熱蒸著(Thermal Evaporation)之方式生成。
- 4 7 . 如申請專利範圍第 4 5 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該鋁金屬層之厚度為5000 Å。
- 4 8 . 如申請專利範圍第 2 7 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該光吸收器僅需一外加電源即可操作。
- 4 9 . 如申請專利範圍第 4 8 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該外加電源係連接於該雙載子接面電晶體之射極與集極之上。
- 5 0 . 如申請專利範圍第 2 7 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該光吸收器之光增益係可為2.4-3.5。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 訂 線

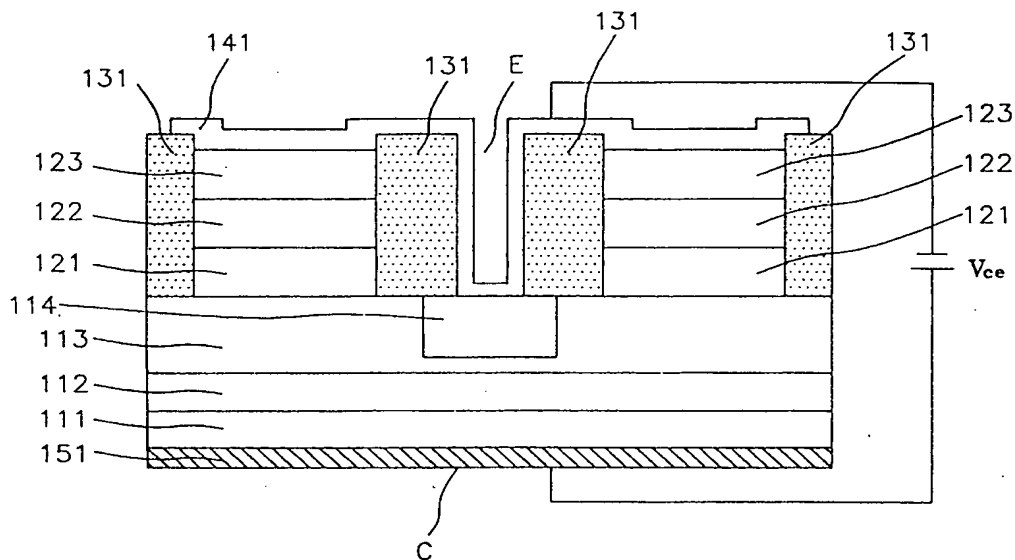
六、申請專利範圍

- 5 1 . 如申請專利範圍第 2 7 項之以非晶矽光二極體與單晶矽雙載子接面電晶體異質接面接合而成之光吸收器，其中該光吸收器響應速度之上升時間(rise time)及下降時間(fall time)係分別為142 μs及220 μs。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 訂 線

圖式



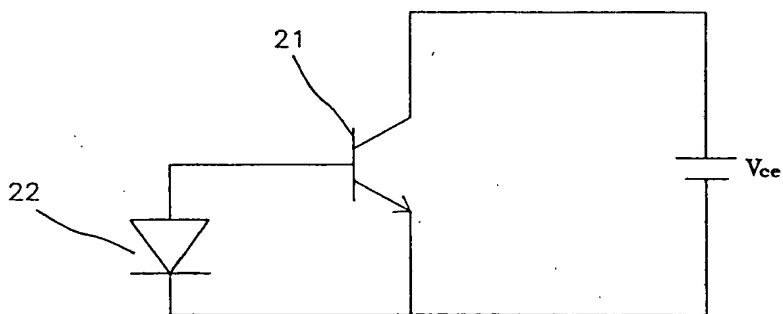
第一圖

(請先閱讀背面之注意事項再行裝製)

打

裝

圖式



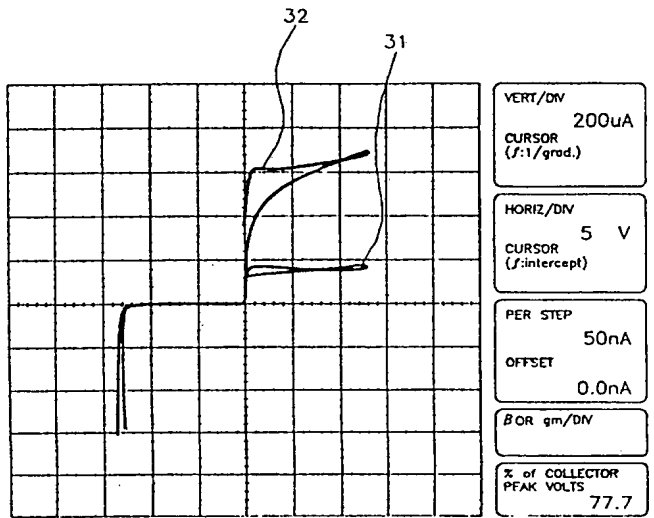
第二圖

(請先閱讀背面之注意事項再行裝製)

打

裝

圖式

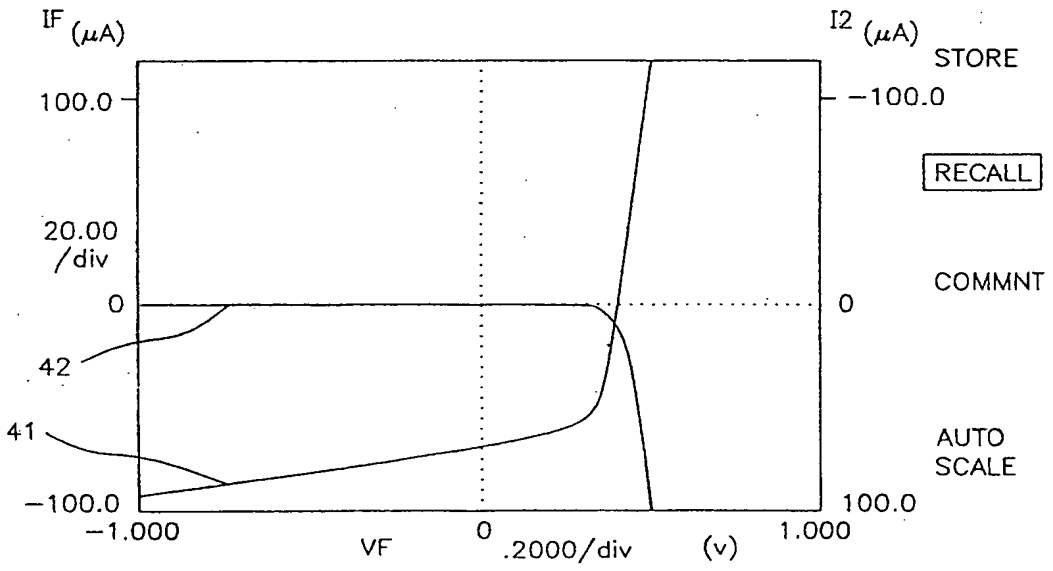


第三圖

(請先閱讀說明書之注意事項再行繪製)

訂

圖式

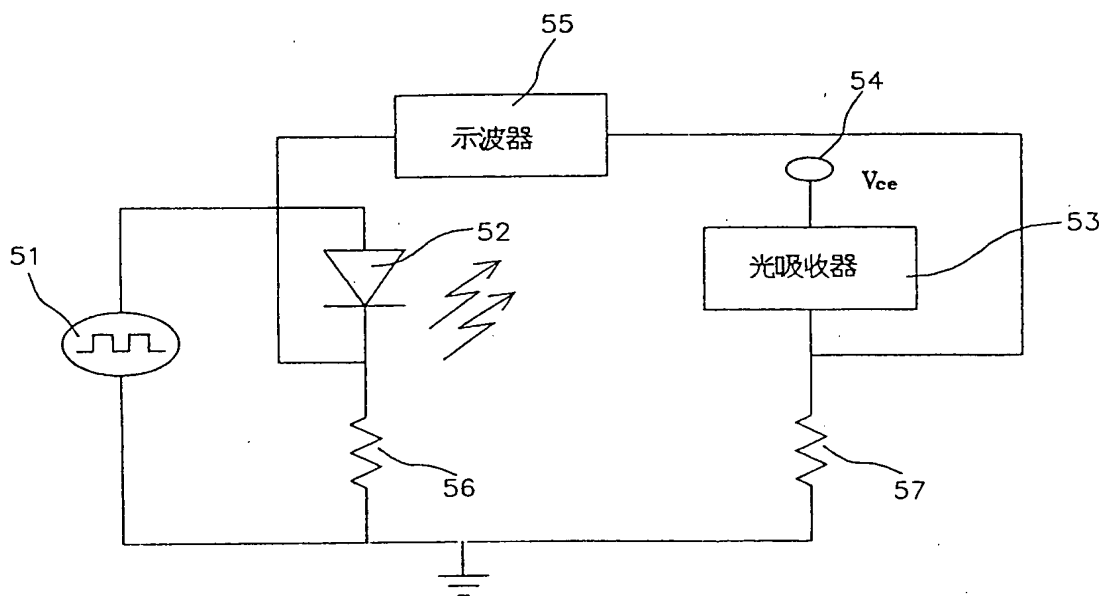


第四圖

(請先閱讀說明書之注意事項再行繪製)

訂

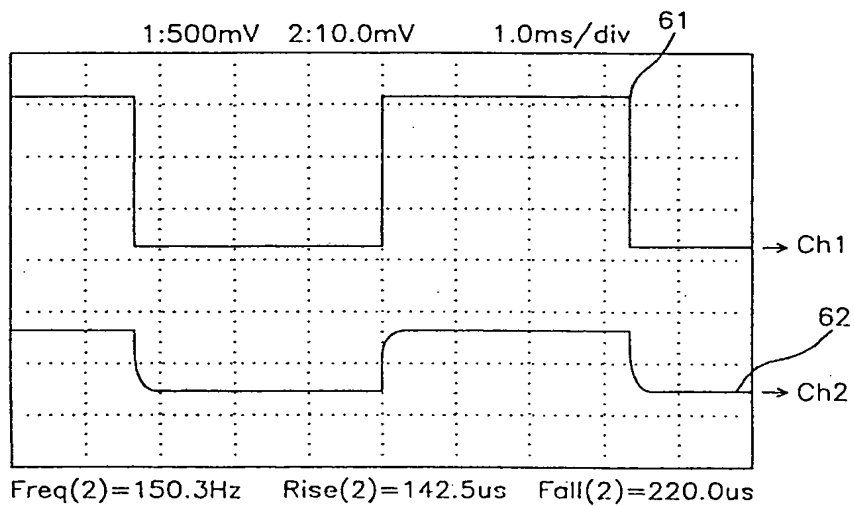
圖式



第五圖

(請先閱讀說明書之注意事項再行繪製)

圖式



第六圖

(請先閱讀說明書之注意事項再行繪製)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.